

INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS– 1/2.

Prof. Carlos Eduardo Troccoli Pastana

pastana@projeta.com.br

(14) 3422-4244

AULA 6

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.1 – Conceito

Define-se “**PROJETO DE ESTRADAS**” o conjunto de etapas necessárias para a construção de uma estrada.

As principais etapas do projeto de uma estrada são:

- Estudos econômicos, sociais, políticos e estratégicos;
- Estudos preliminares;
- Reconhecimento do traçado;
- Geodésia e topografia;
- Projeto geométrico;
- Execução.

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.1 – Conceito

Profissionais envolvidos:

- **Economistas;**
- **Assistentes sociais;**
- **Advogados;**
- **Engenheiros civis, mecânicos, eletricitas e agrônomos;**
- **Arquitetos, etc.**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.2 – Estudos preliminares

A construção de uma estrada tem início em uma série de estudos que visam à viabilidade técnica e econômica do empreendimento, que na maioria das vezes, no Brasil, é da administração pública municipal, estadual ou federal (DNIT).

Os principais estudos usados no projeto para a construção de uma estrada são:

- **Projeto de viabilidade econômica;**
- **Estudos econômicos, sociais, políticos e estratégicos;**
- **Estudos geológicos e geotécnicos;**
- **Estudos hidrológicos;**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.2 – Estudos preliminares

- Levantamento geodésicos e topográficos;
- Cartografia – planta planialtimétrica;
- Projeto geométrico;
- Projeto de obras de terra;
- Projeto de terraplanagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de drenagem;
- Projeto de obras de arte especiais;
- Projeto de desapropriação;
- Projeto de intersecções, retornos e acessos;
- Projeto de sinalização horizontal e vertical;
- Orçamento da obra;

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.2 – Estudos preliminares

- **Plano de execução;**
- **Relatório de impacto ambiental;**
- **Execução do projeto.**

O projeto geométrico é efetuado após as etapas de reconhecimento e levantamento topográfico com a definição do traçado a partir do mapeamento topográfico de detalhes

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.3 – Exploração

3. Escolhas dos raios das curvas horizontais;
4. Dimensionamento das curvas horizontais;
5. Estaqueamento do traçado, geralmente de 20 em 20 metros;
6. Levantamento do perfil do terreno relativo ao traçado escolhido;
7. Escolha das curvas verticais;
8. Dimensionamento das curvas verticais.
9. Em planta o anteprojeto geométrico deverá ser apresentada na **escala 1:10.000;**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.3 – Exploração

10. O perfil longitudinal, no anteprojeto, será desenhado nas escalas **1:10.000 (horizontal)** e **1:1.000 (vertical)**;
11. As seções transversais são desenhadas na escala **1:100**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

1.4.1 - Introdução

É a fase de detalhamento do anteprojeto, sendo o conjunto de todos detalhamentos, sendo que será procurada a **perfeita definição do projeto em planta, perfil longitudinal e seções transversais.**

Uma estrada, quando bem projetada, não deverá apresentar os seguintes inconvenientes:

- 1. Curvas fechadas e frequentes;**
- 2. Greide muito quebrado e com declividades fortes ou visibilidade deficientes.**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

1.4.1 – Memorial Descritivo

O memorial descritivo deve conter as diretrizes adotadas para o traçado geométrico, abrangendo, pelo menos, os seguintes elementos:

1. **Classificação da rodovia;**
2. **Velocidade de projeto;**
3. **Superelevação máxima;**
4. **Gabarito mínimo vertical;**
5. **Largura do canteiro central;**
6. **Refúgios e faixas de segurança;**
7. **Largura da faixa de rolamento;**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

1.4.1 – Memorial Descritivo

O memorial descritivo deve conter as diretrizes adotadas para o traçado geométrico, abrangendo, pelo menos, os seguintes elementos:

8. **Largura do acostamento;**
9. **Extensão das vias projetadas;**
10. **Raio mínimo de curvatura horizontal;**
11. **Rampa máxima em seu perfil;**
12. **Valor mínimo de K para curva vertical;**
13. **Largura mínima de passeio;**
14. **Outras que devem ser justificadas, caso não constem desta instrução.**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

1.4.2 – Memorial de Cálculo

O memorial de cálculo deve apresentar no mínimo os seguintes elementos:

1. **Alinhamento horizontal dos pontos notáveis em planta;**
2. **Alinhamento vertical dos pontos notáveis em perfil.**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

1.4.3 – Plantas do Projeto Básico

Os desenhos devem ser apresentados em formato A-1, utilizando as escalas **1:2000** horizontal e **1:200** vertical.

No desenho em planta sobre o levantamento topográfico devem constar no mínimo os seguintes elementos:

1. **Valores dos raios de curvas horizontais;**
2. **Comprimentos das espirais de transição (se necessário);**
3. **Eixo estaqueado a cada 20 m e numerado a cada 5 estacas;**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

1.4.3 – Plantas do Projeto Básico

4. **Largura das faixas de rolamento e acostamento;**
5. **Identificação dos eixos;**
6. **Localização das linhas de base – LB e perfil – LP;**
7. **Linhas de off-sets de corte e aterro;**
8. **Todas as obras de arte especiais;**
9. **Acidentes geográficos, naturais ou não;**
10. **Malha de coordenadas;**
11. **Estacas dos pontos notáveis;**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

1.4.3 – Plantas do Projeto Básico

- 12. Quilometragem da rodovia;**
- 13. Faixa de domínio.**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

1.4.3 – Plantas do Projeto Básico

No perfil longitudinal devem constar no mínimo os seguintes elementos:

1. **Cotas do terreno existente e de projeto em cada estaca;**
2. **Rampas do greide;**
3. **Comprimento da curva vertical, flecha e parâmetro K;**
4. **Seções das obras de arte especiais e outras interferências significativas.**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

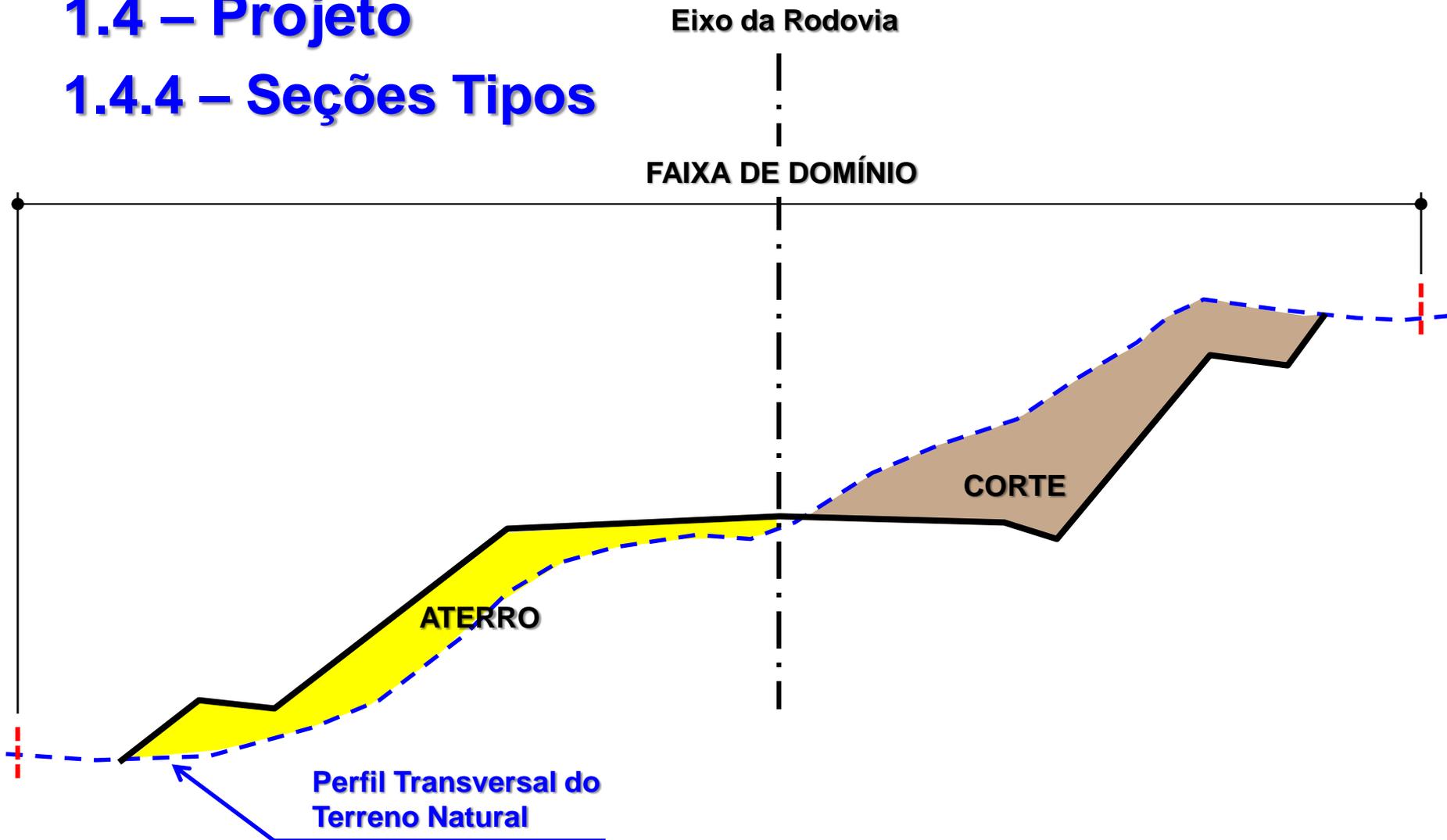
1.4.4 – Seções Tipos

Todas as seções-tipo representativas devem ser desenhadas na escala **1:100**, inclusive as de obras de arte especiais e túneis. Também devem conter a indicação de posição da linha de base e da linha de perfil.

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

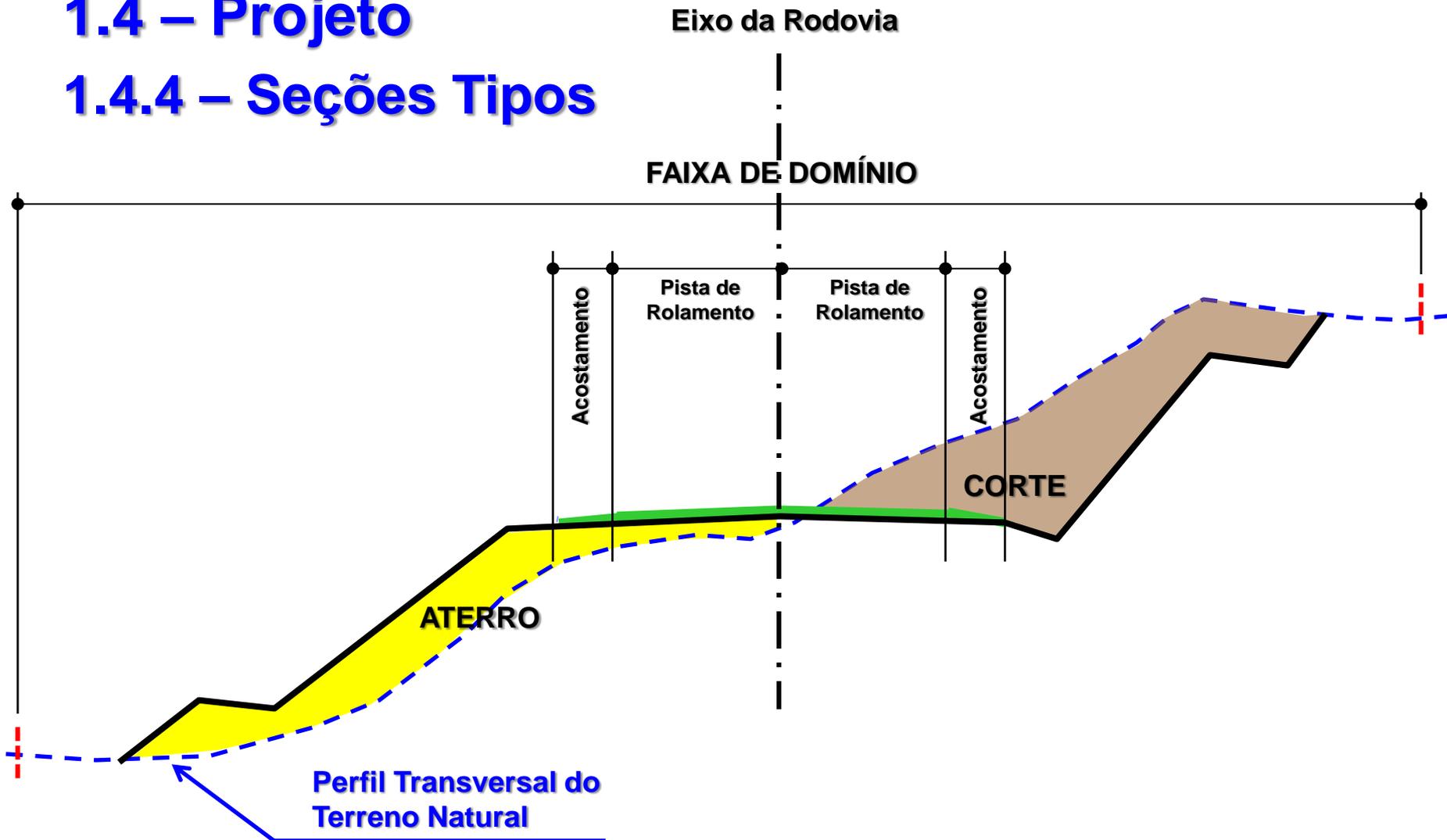
1.4.4 – Seções Tipos



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

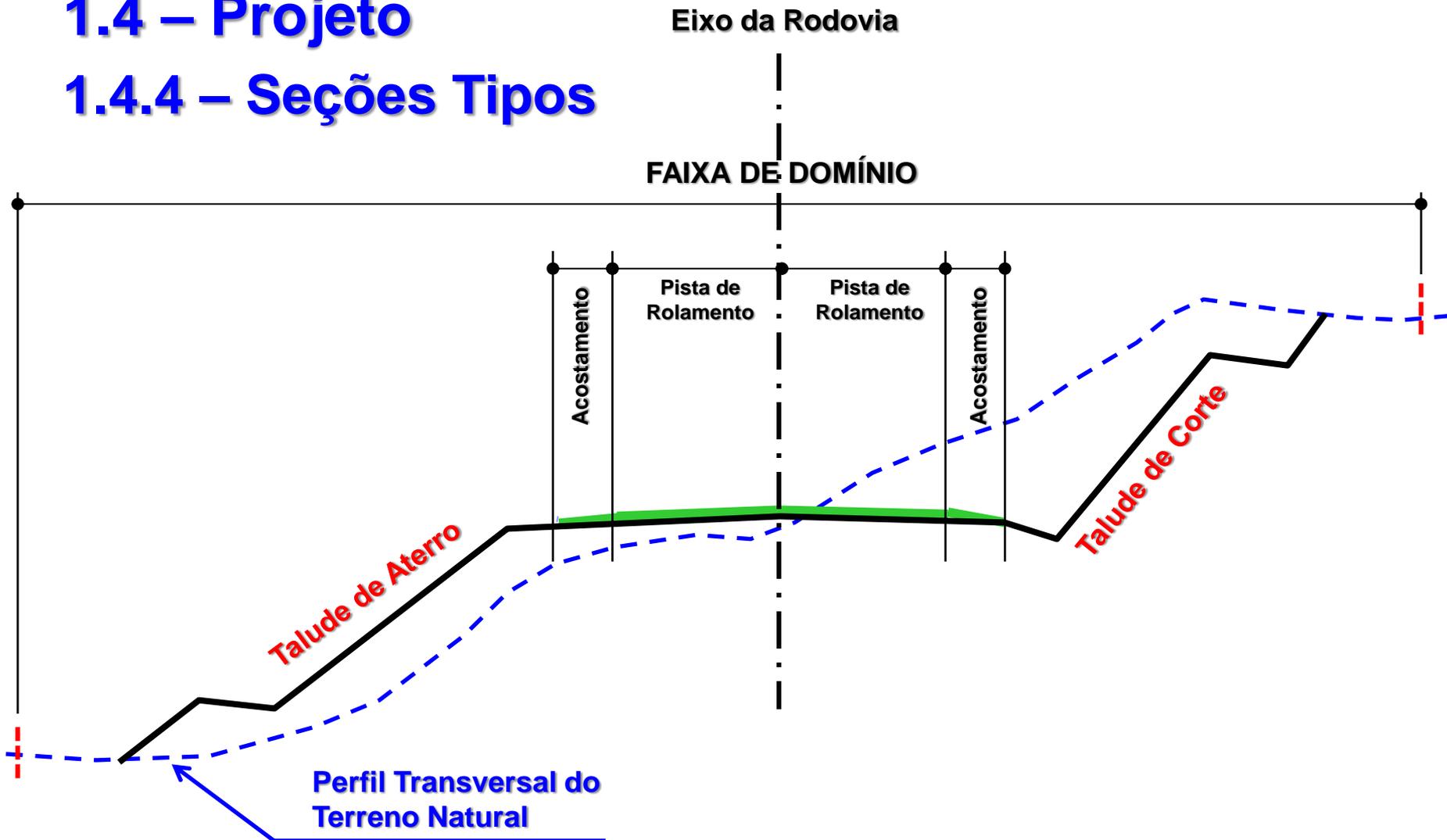
1.4.4 – Seções Tipos



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.4 – Projeto

1.4.4 – Seções Tipos



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.5 – Regras Básicas

Numa estrada, deve-se considerar as seguintes regras básicas para um bom projeto:

- 1. As curvas devem ter o maior raio possível;**
- 2. A rampa máxima somente deverá ser empregada em casos particulares e com a menor extensão possível;**
- 3. A visibilidade deve ser assegurada em todo o traçado, principalmente nos cruzamentos e nas curvas horizontais e verticais;**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.5 – Regras Básicas

Numa estrada, deve-se considerar as seguintes regras básicas para um bom projeto:

- 4. Devem ser minimizados ou evitados os cortes em rocha;**
- 5. Devem ser compensados os cortes e os aterros;**
- 6. As distâncias de transportes devem ser as menores possíveis.**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.6 – Em Planta

A representação da projeção de uma estrada sobre um plano horizontal, deverá conter basicamente as seguintes informações:

1. **Eixo da estrada, com a indicação do estaqueamento e a representação do relevo do terreno com curvas de nível a cada metro;**
2. **Bordas da pista, pontos notáveis do alinhamento horizontal (PC's, PT's, PI's, etc.) e elementos das curvas (raios, comprimentos, ângulos centrais, etc.);**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.6 – Em Planta

- 3. Localização e limite das obras de arte corrente, especiais e de contenção;**
- 4. Linhas indicativas dos OFFSETS de terraplenagem (pés de aterro, cristas de corte), dos limites da faixa de domínio, das divisas entre propriedades, nomes dos proprietários, tipos de cultura e indicações de acessos às propriedades;**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.6 – Em Planta

5. **Serviços públicos existentes, bem como propostas para sua relocação, se for o caso.**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.7 – O Perfil Longitudinal

Representação da projeção da estrada sobre uma superfície cilíndrica vertical que contém o eixo da estrada em planta. Os desenhos deverão indicar:

1. O perfil do terreno nas escalas 1:2.000 (horizontal) e 1:200 (vertical);
2. A linha do greide;
3. As estacas dos PIV's, PCV's, PTV's;
4. As cotas dos PIV's, PCV's, PTV's;

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.7 – O Perfil Longitudinal

Representação da projeção da estrada sobre uma superfície cilíndrica vertical que contém o eixo da estrada em planta. Os desenhos deverão indicar:

5. Os comprimentos das curvas verticais de concordância;
6. As rampas, em porcentagem;
7. Os raios das curvas verticais;
8. As ordenadas das curvas verticais sob os PIV's;

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.7 – O Perfil Longitudinal

Representação da projeção da estrada sobre uma superfície cilíndrica vertical que contém o eixo da estrada em planta. Os desenhos deverão indicar:

9. As cotas da linha do greide em estacas inteiras e em locais de seções transversais especiais;
10. A localização e limites das obras de arte correntes e especiais, com indicação de dimensões e cotas;
11. Perfil geológico.

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.8 – O Memorial Descritivo

O memorial descritivo deve conter as diretrizes adotadas para o traçado geométrico, abrangendo, pelo menos, os seguintes elementos:

- 1. As cotas da linha do greide em estacas inteiras e em locais de seções transversais especiais;**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9 – Classificações das estradas

As estradas, no Brasil, são classificadas:

1.9.1 – Quanto a jurisdição:

Federal;
Estadual;
Municipal.

1.9.2 – Quanto a função:

Rodovias arteriais;
Rodovias coletoras;
Rodovias locais.

1.9.3 – Quanto as características técnicas:

Classe especial – mais de 3.000 veículos/dia;
Classe I – entre 1.000 e 3.000 veículos/dia;
Classe II – entre 500 e 1.000 veículos/dia;
Classe III – acima de 500 veículos/dia.

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.1 – Estradas Federais

As estradas federais são:

- **Projetadas por empresas de consultoria e projetos;**
- **Construídas por construtoras;**
- **Fiscalizadas por empresas de consultoria;**
- **Administradas pelo Governo Federal através do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte – DNIT.**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.1 – Estradas Federais

As estradas federais são numeradas em função da sua localização geográfica.

Recebem o prefixo BR acrescidos de três algarismos com os seguintes significados:

O primeiro algarismo define:

- **0** – **Rodovias Radiais;**
- **1** – **Rodovias Longitudinais;**
- **2** – **Rodovias Transversais;**
- **3** – **Rodovias Diagonais;**
- **4** – **Rodovias de Ligação.**

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.1 – Estradas Federais

O - Rodovias Radiais

Partem de Brasília, ligando as capitais e principais cidades.

Têm a numeração de 010 a 080, no sentido horário a partir do Norte

Ex. BR-040 (Brasília–Rio de Janeiro).



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.1 – Estradas Federais

1 - Rodovias Longitudinais

Têm direção geral norte-sul.

A numeração varia de leste para oeste, entre 100 a 199, (em Brasília 150).

Ex: BR153 – Passa por Marília.



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

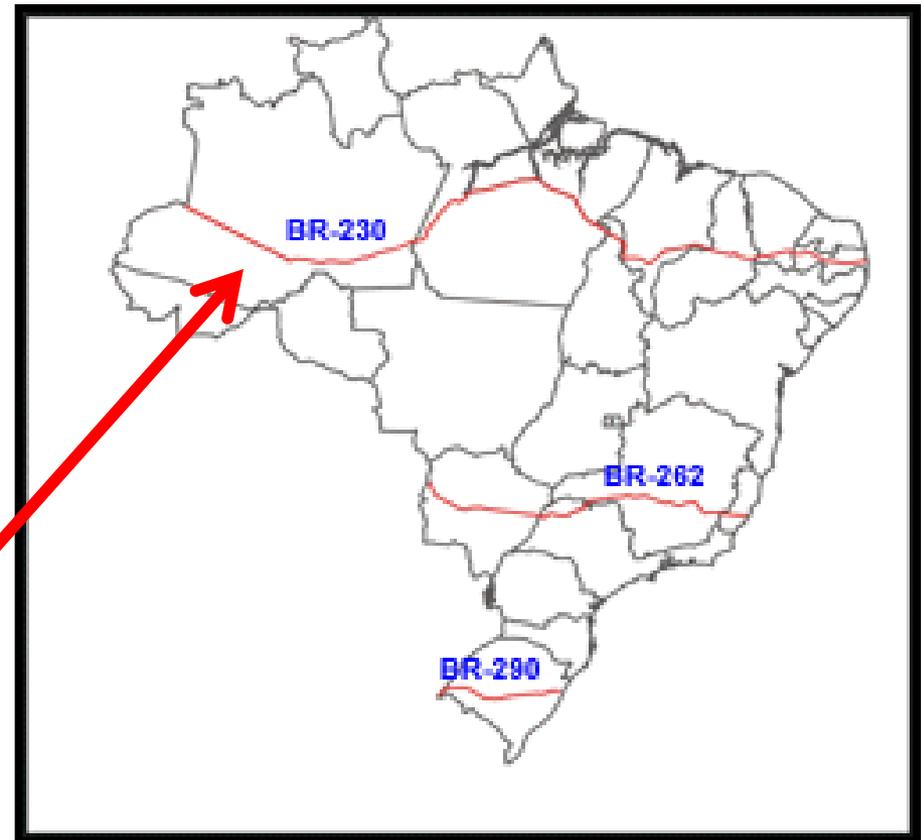
1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.1 – Estradas Federais

2 - Rodovias Transversais

Têm direção geral leste-oeste, sendo caracterizadas pelo algarismo 2. A numeração varia de 200 no extremo norte do País a 250 em Brasília, indo até 299 no extremo sul.

**Ex: BR-230
(Transamazônica)**



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.1 – Estradas Federais

3 - Rodovias Diagonais Pares

Têm direção geral noroeste-sudeste (NW-SE). A numeração varia de 300 no extremo nordeste do País a 398 no extremo sudoeste (350 em Brasília).

O número é obtido de modo aproximado, por interpolação.

Ex: BR-364 (Inicia-se em Limeira/SP, passa por Cuiabá/MT passando por Porto Velho/RO e Rio Branco/AC).



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.1 – Estradas Federais

3 - Rodovias Diagonais Impares

Têm direção geral nordeste-sudoeste (NE-SW).

A numeração varia de 301 no extremo noroeste do País a 399 no extremo sudeste (351 em Brasília).

O número é obtido de modo aproximado, por interpolação.

Ex: BR-319 (Liga Manaus/AM a Porto Velho/RO).



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

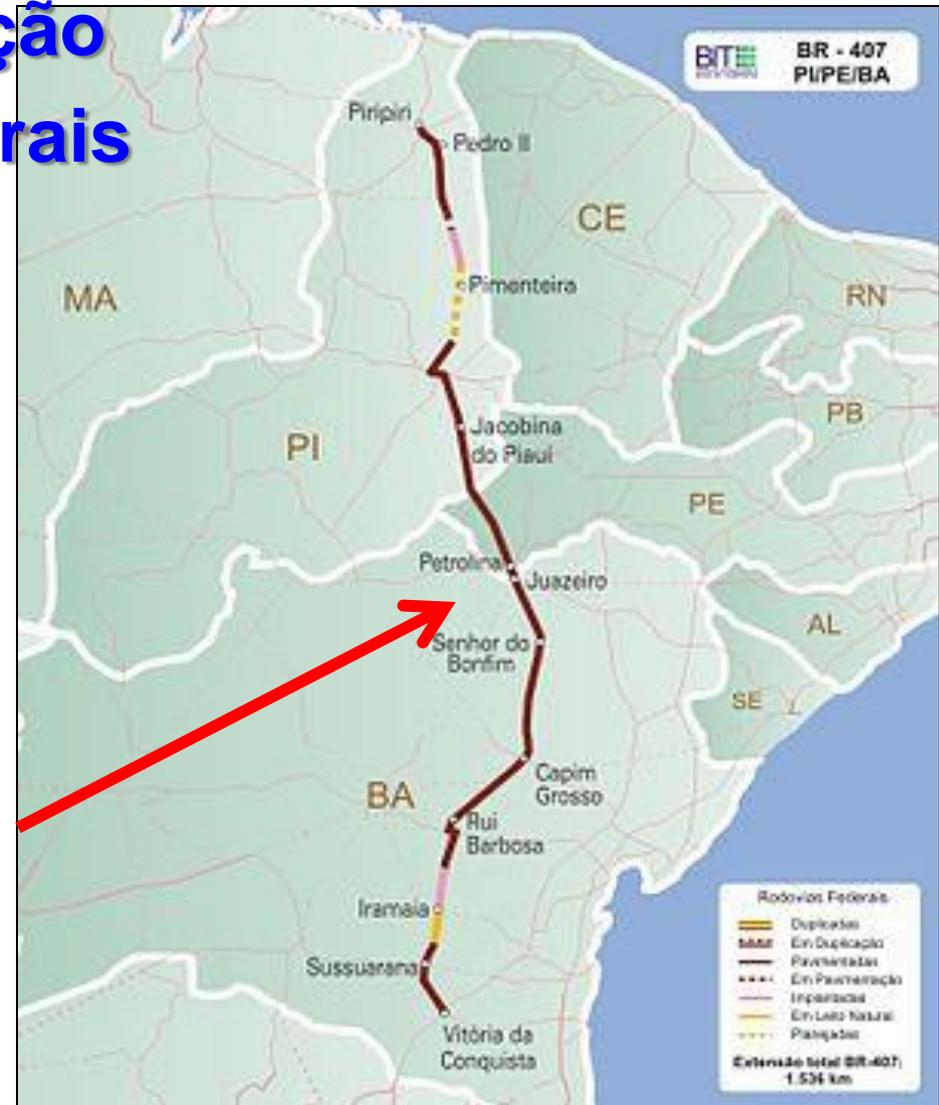
1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.1 – Estradas Federais

4 - Rodovias de Ligação

Em geral essas rodovias ligam pontos importantes das outras categorias. A numeração varia de 400 a 450 se a ligação estiver para o norte de Brasília e, 451 a 499, se para o sul de Brasília.

Ex: BR-407 é a maior rodovia de ligação existente no Brasil, possuindo 1482,6 km de extensão. Tem início em Vitória da Conquista/BA e termina em Piriipiri/PI.



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.1 – Estradas Federais

Num mapa rodoviário do Brasil, demarcar:

- Três (3) rodovias **RADIAIS**, **LONGITUDINAIS**, **TRANSVERSAIS**, **DIAGONAIS** e de **LIGAÇÃO**;
- Indicar para cada uma os seus extremos.

Ex: BR-407 e a maior rodovia de ligação existente no Brasil, possuindo 1482,6 km de extensão. Tem início em Vitória da Conquista/BA e termina em Piriapiri/PI.



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.2 – Estradas Estaduais

As estradas estaduais são:

- **Projetadas por empresas de consultoria e projetos;**
- **Construídas por construtoras;**
- **Administradas pelo Estado.**

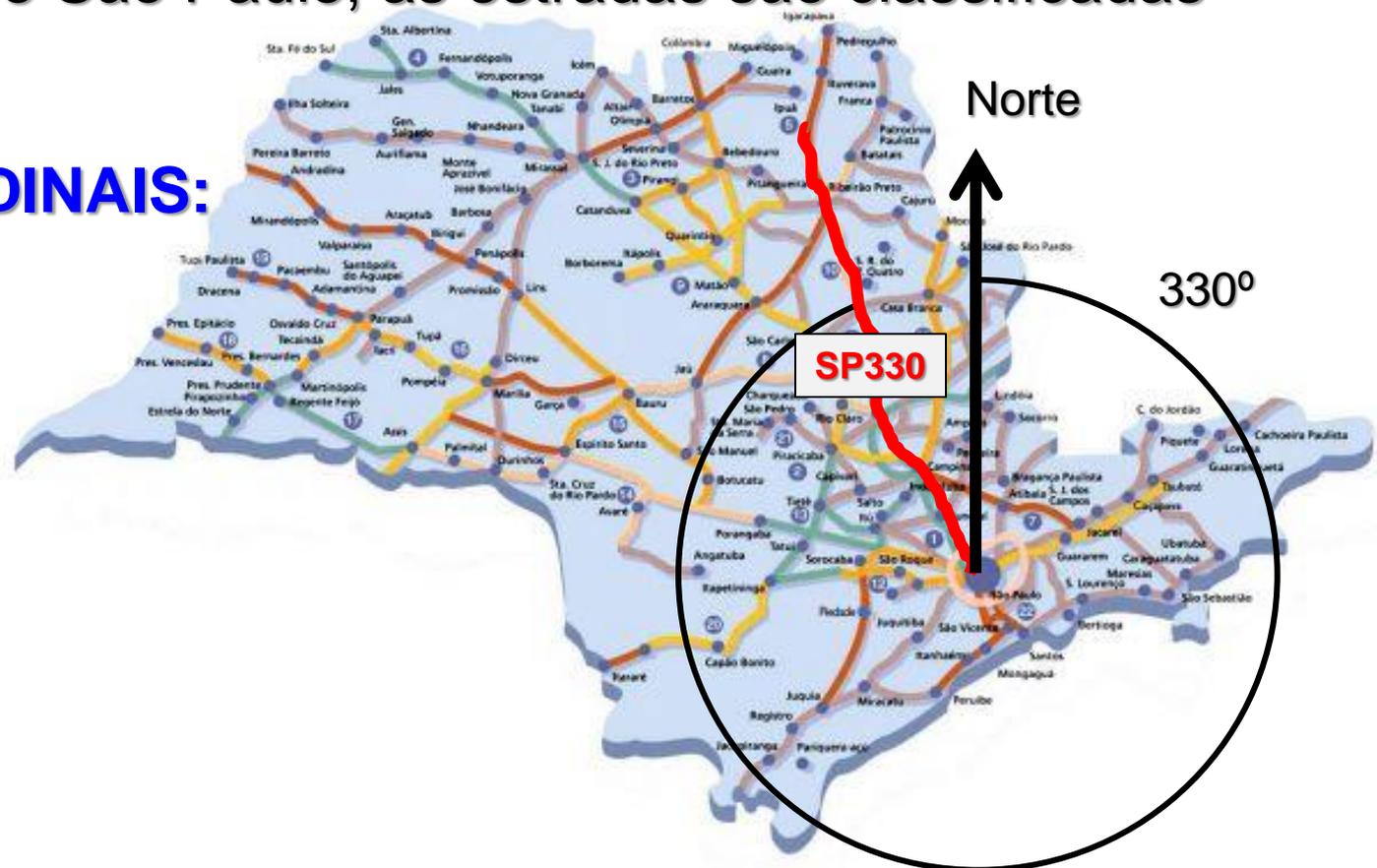
1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.2 – Estradas Estaduais

No Estado de São Paulo, as estradas são classificadas apenas em:

- **LONGITUDINAIS:**



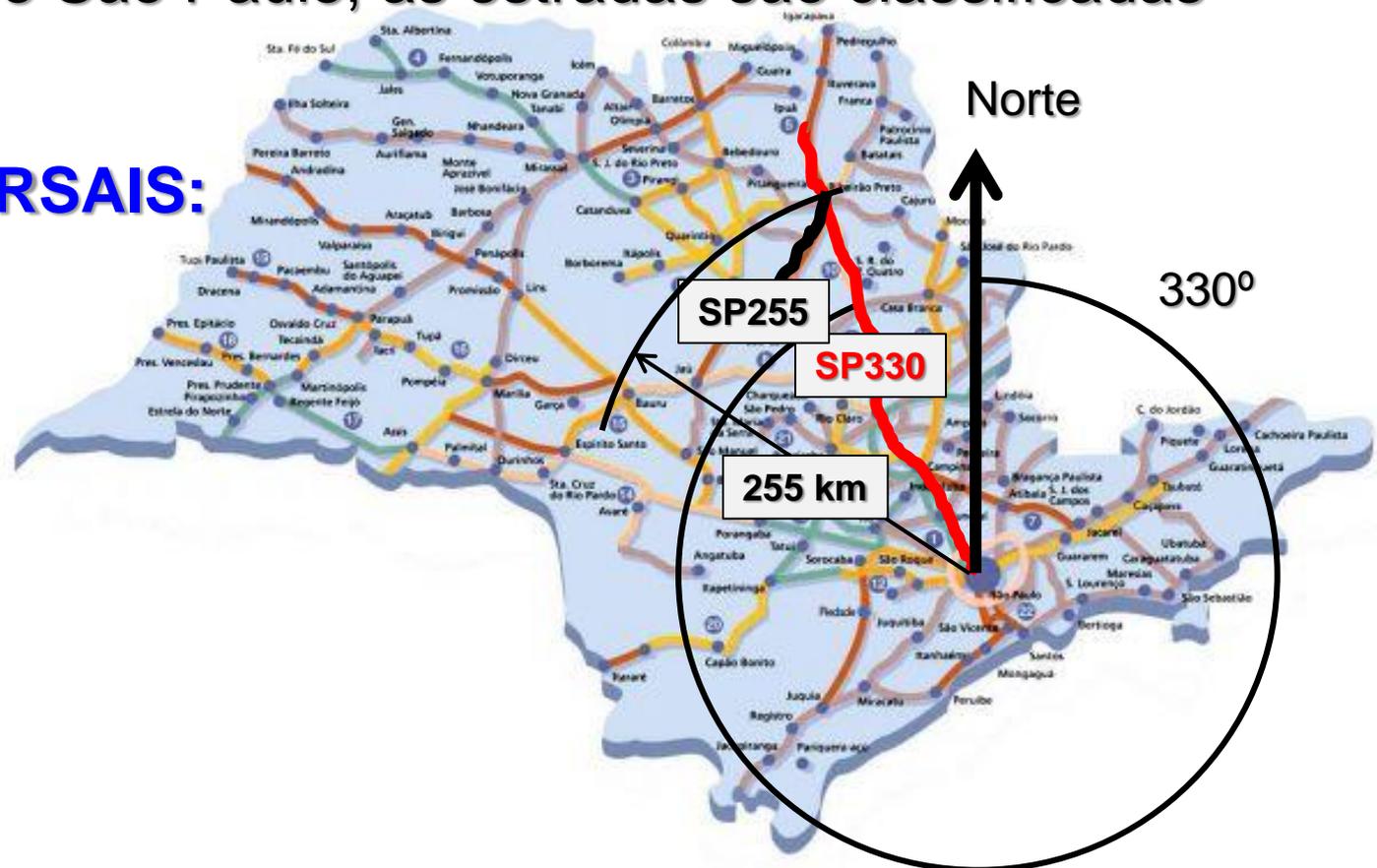
1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.2 – Estradas Estaduais

No Estado de São Paulo, as estradas são classificadas apenas em:

- **TRANSVERSAIS:**



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

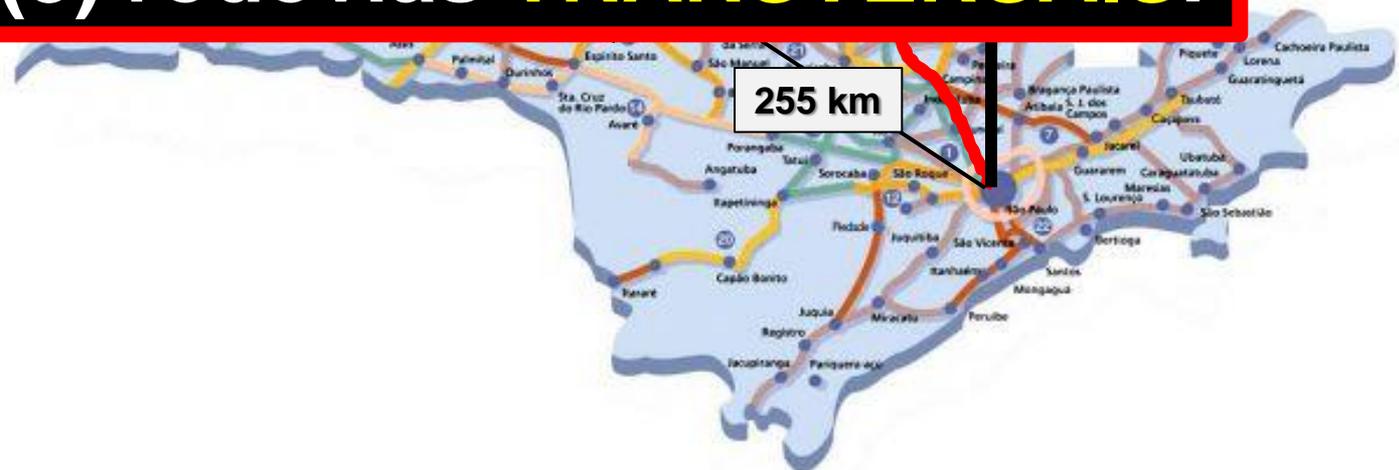
1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.2 – Estradas Estaduais

No Estado de São Paulo, as estradas são classificadas ap

Num mapa rodoviário do Estado de São Paulo, indicar:

- Três (3) rodovias **LONGITUDINAIS**;
- Três (3) rodovias **TRANSVERSAIS**.



1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.1 - Quanto a jurisdição

1.9.1.3 – Estradas Municipais

As estradas municipais são:

- **Projetadas, construídas e administradas pelos municípios.**

Possuem identificações idênticas as rodovias estaduais, e recebem o nome de estradas vicinais quando ligam as comunidades do interior do município a sede.

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.2 – Quanto a função

1.9.2.1 – Rodovias Arteriais:

São destinadas para grandes volumes de tráfego de longa distância a nível estadual ou interestadual.

Proporcionam alto nível de mobilidade para grandes volumes de tráfego.

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.2 – Quanto a função

1.9.2.2 – Rodovias Coletoras:

Atendem os centros de menor volume de tráfego e proporcionam mobilidade e acesso dentro de uma região específica de grande contingente populacional.

Atende a núcleos populacionais ou centros geradores de tráfego de menor vulto, não servidos pelo Sistema Arterial.

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.2 – Quanto a função

1.9.2.3 – Rodovias Locais:

São caracterizadas por rodovias de pequena extensão, destinadas ao tráfego dentro de um município, ligando as comunidades rurais a sede do município o as rodovias coletoras.

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.3 – Quanto as características técnicas

Padronização das características técnicas das rodovias, agrupando-as em **CLASSES DE PROJETO**.

O principal parâmetro considerado na classificação técnica ou de projeto é o **VMD** (volume médio diário) – quantidade de veículos/dia que passam pela rodovia

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.3 – Quanto as características técnicas

Adotamos como critério de classificação o volume de tráfego do 10^o ano após sua abertura ao tráfego (**projeção**), devido a dificuldade de se projetar o tráfego com a necessária confiabilidade além de 15 anos (**5 para o planejamento, projeto de engenharia e construção**) + 10 anos de uso.

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.3 – Quanto as características técnicas

Quanto as características técnicas, as rodovias são classificadas em quatro classes segundo o volume de tráfego por dia ao fim de seus **10 primeiros anos**. As classes são:

- Classe especial – mais de 3.000 veículos/dia;
- Classe I – entre 1.000 e 3.000 veículos/dia;
- Classe II – entre 500 e 1.000 veículos/dia;
- Classe III – acima de 500 veículos/dia

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.3 – Quanto as características técnicas

CLASSES DE PROJETO		CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA
O		Via Expressa Controle total de acesso	Decisão administrativa
I	A	Pista dupla Controle parcial de acesso	Os volumes de tráfego previstos ocasionarem níveis de serviço em rodovia de pista simples inferiores aos níveis C ou D
	B	Pista simples Controle parcial de acesso	Volume horário de projeto > 200 Volume médio diária (VDM) > 1400
II		Pista simples	VDM entre 700 e 1400
III		Pista simples	VDM entre 300 e 700
IV	A	Pista simples	VDM entre 50 e 200
	B	Pista simples	VDM < 50

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.3 – Quanto as características técnicas

1.9.3.1 – Descrição das principais características técnicas

- a. Velocidade de Diretriz ou de Projeto (V_p):
- b. Velocidade de Operação (V_o):
- c. Veículo de Projeto:
- d. Distâncias de Visibilidade:

1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

1.9.3 – Quanto as características técnicas

1.9.3.1 – Descrição das principais características técnicas

- a. Velocidade de Diretriz ou de Projeto (V_p):
- b. Velocidade de Operação
- c. Veículo de Projeto
- d. Distância

**ESTUDAREMOS NA PRÓXIMA
AULA AS PRINCIPAIS
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

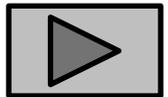
1 – INTRODUÇÃO AO PROJETO DE RODOVIAS

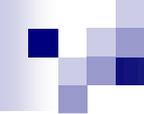
1.10 – Exploração

Consiste no levantamento topográfico de uma faixa limitada do terreno (**faixa de domínio**), dentro da qual seja possível projetar o eixo a estrada.

O lançamento do anteprojeto geométrico segue normalmente a seguinte sequência:

1. Escolha dos pontos de interseção das tangentes (PI) e determinação de suas coordenadas;
2. Cálculo do comprimento das tangentes;

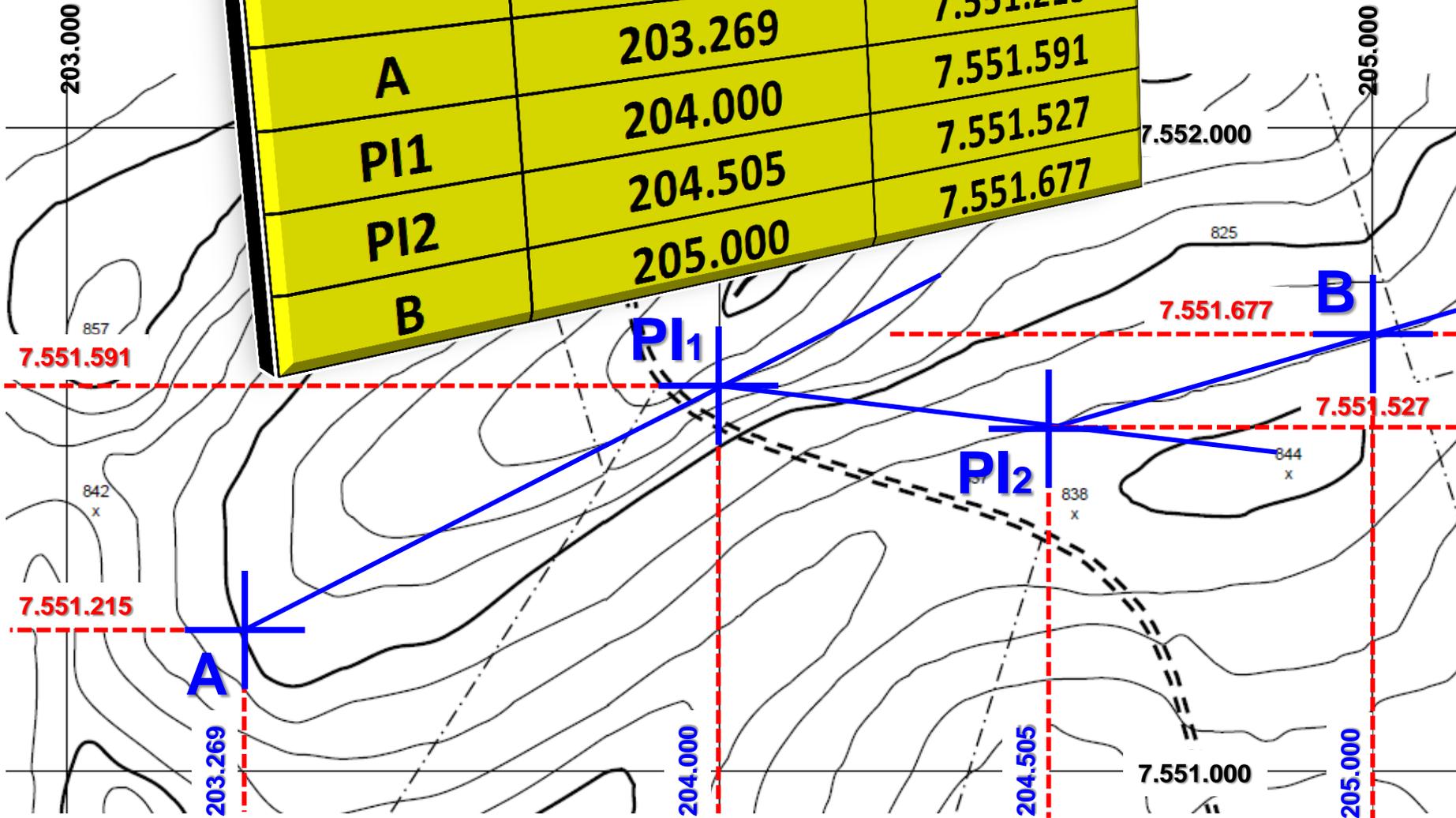




FIM

Até amanhã !!!

PONTO	COORDENADAS (m)	
	LONGITUDE (X)	LATITUDE (Y)
A	203.269	7.551.215
PI1	204.000	7.551.591
PI2	204.505	7.551.527
B	205.000	7.551.677



2. Obter as coordenadas cartesianas dos pontos “A”, “PI1”, PI2” e “B”, calcular as distâncias e azimutes da linha.

PONTO	COORDENADAS (m)	
	LONGITUDE (X)	LATITUDE (Y)
A	203.269	7.551.215
PI1	204.000	7.551.591
PI2	204.505	7.551.527
B	205.000	7.551.677

Cálculo das distâncias:

1 – Distância A-PI₁:

$$d_{A-PI_1} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

$$\Delta X = 204.000 - 203.269 = 731 \text{ metros}$$

$$\Delta Y = 7.551.591 - 7.551.215 = 376 \text{ metros}$$

$$d_{A-PI_1} = \sqrt{731^2 + 376^2} = 822,032 \text{ metros}$$

2. Obter as coordenadas cartesianas dos pontos "A", "PI1", "PI2" e "B", calcular as distâncias e rumos das linhas.

SABEMOS QUE!

PONTO	COORDENADAS (m)	
	LONGITUDE (X)	LATITUDE (Y)
A	203.269	7.551.215
PI1	204.000	7.551.591

$\Delta X > 0$	$\Delta Y > 0$	1º. QUADRANTE = NE	Azimute = Rumo
$\Delta X > 0$	$\Delta Y < 0$	2º. QUADRANTE = SE	Azimute = $180^\circ - \text{Rumo}$
$\Delta X < 0$	$\Delta Y < 0$	3º. QUADRANTE = SW	Azimute = $180^\circ + \text{Rumo}$
$\Delta X < 0$	$\Delta Y > 0$	4º. QUADRANTE = NW	Azimute = $360^\circ - \text{Rumo}$

$\Delta X = 204.000 - 203.269 = 731$ metros
 $\Delta Y = 7.551.591 - 7.551.215 = 376$ metros

$$\text{rumo} = \text{arctg} \frac{731}{376} = 62^\circ 46' 49'' \text{ NE} \quad \Rightarrow \quad \text{Az}_{A-PI_1} = 62^\circ 46' 49''$$

